

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-322577

(43)Date of publication of application : 24.11.2000

(51)Int.Cl. G06T 7/00
G06T 1/00

(21)Application number : 11-130715

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 12.05.1999

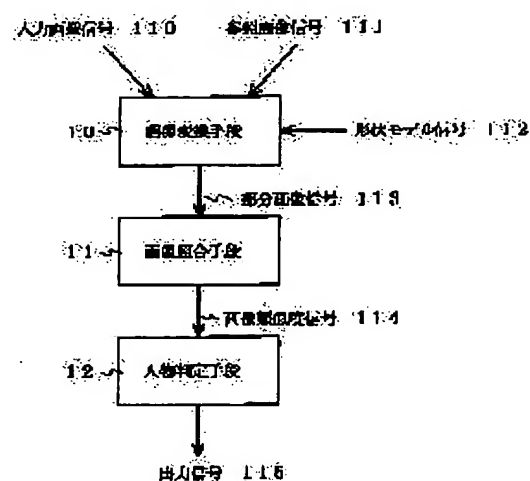
(72)Inventor : IMAOKA HITOSHI

(54) DEVICE AND METHOD FOR COLLATING IMAGE AND RECORDING MEDIUM WITH ITS CONTROL PROGRAM
RECORDED THEREON

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an image collating device which needs only a single piece of an image per person to be registered in a database and also can obtain high collation performance.

SOLUTION: Two pieces of facial images to be correlated by an input image signal 110 and a reference image signal 111, the coordinates of a facial characteristic point position in the facial images and facial directions are inputted to an image converting means 10. The means 10 uses a standard facial three-dimensional shape model supplied from a shape model signal 112, generates a partial image of a face having the direction of a reference image about an input image and performs processing to cut out part of the reference image being the same as the input image. An image collating means 11 collates a facial partial image inputted from the means 10, and a person deciding means 12 decides whether a subject in the collation object image is the same person by using collation results obtained by the means 11.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 20.04.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 15.06.2004

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

BEST AVAILABLE COPY

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-322577

(P2000-322577A)

(43)公開日 平成12年11月24日 (2000. 11. 24)

(51)Int.Cl.⁷

G 0 6 T 7/00
1/00

識別記号

F I

G 0 6 F 15/62

テ-マ-ト (参考)

4 6 5 K 5 B 0 4 3
3 8 0 5 B 0 5 7

審査請求 有 請求項の数33 O L (全 23 頁)

(21)出願番号 特願平11-130715

(22)出願日 平成11年5月12日 (1999. 5. 12)

(71)出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72)発明者 今岡 仁

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74)代理人 100088812

弁理士 ▲柳▼川 信

Fターム(参考) 5B043 AA09 BA04 GA01

5B057 AA20 BA02 CA13 CB12 CB16

CD03 CD14 CF10 DA20 DB02

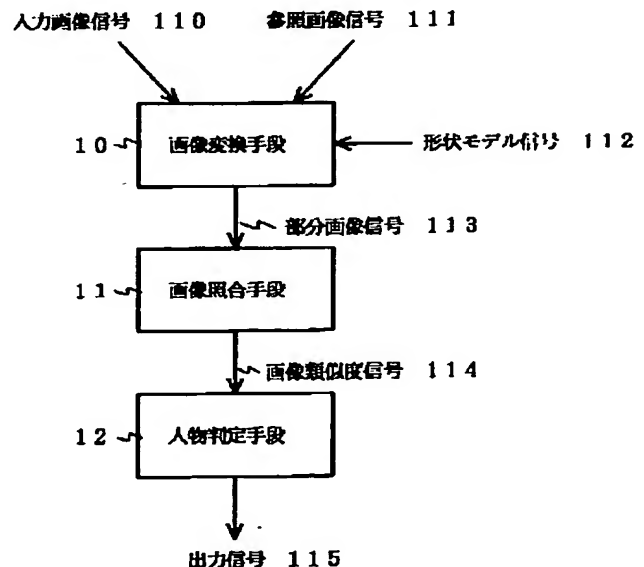
DC33

(54)【発明の名称】 画像照合装置及びその画像照合方法並びにその制御プログラムを記録した記録媒体

(57)【要約】

【課題】 データベースに登録する画像として各人物について1枚のみしか必要とせず、かつ高い照合性能を得ることが可能な画像照合装置を提供する。

【解決手段】 画像変換手段10には入力画像信号110及び参照画像信号111によって照合対象となる2枚の顔画像とこれらの顔画像における顔特徴点位置座標と顔の向きとが入力される。画像変換手段10は形状モデル信号112から供給された標準的な顔立体形状モデルを用い、入力画像については参照画像の向きを持つ顔の部分画像を生成し、参照画像については入力画像と同じ部位を切り出す処理を行う。画像照合手段11は画像変換手段10から入力された顔部分画像の照合を行い、人物判定手段12は画像照合手段11で得られた照合結果を用いて照合対象画像における被写体が同一人物であるかどうかを判定する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 人の顔の標準的な立体形状を記述した顔立体形状モデルを用いて入力顔画像の被写体と識別対象である参照画像の被写体とが同じ向きになる画像を生成する画像変換手段と、前記画像変換手段で生成された顔画像を前記参照画像と比較照合する画像照合手段とを有することを特徴とする画像照合装置。

【請求項 2】 前記画像照合手段の照合結果を閾値処理することによって前記入力顔画像中の被写体が同一人物であるか否かを判定する人物判定手段を含むことを特徴とする請求項 1 記載の画像照合装置。

【請求項 3】 複数の入力顔画像及び複数の参照画像の中から顔の向きの近い 2 枚の顔画像を選び出す画像選定手段を含み、前記画像変換手段は前記画像選定手段で選定された 2 枚の顔画像に対して被写体が同じ向きになる画像を生成するよう構成したことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 記載の画像照合装置。

【請求項 4】 複数の人の顔立体形状モデルの中から照合対象画像の被写体に近い形状モデルを選定する形状選定手段を含み、前記画像変換手段は前記形状選定手段で選定された形状モデルを用いて照合対象となる 2 枚の顔画像で被写体が同じ向きになる画像を生成するよう構成したことを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれか記載の画像照合装置。

【請求項 5】 人の顔の標準的な立体形状を記述した顔立体形状モデルを用いて入力顔画像の被写体が識別対象である参照画像の被写体と同じ向きになる画像を生成する入力画像変換手段と、前記入力画像変換手段で生成された顔の部分画像を張り合わせることで顔全体を再構成する画像再構成手段と、前記画像再構成手段で再構成された画像と前記参照画像とを比較することで照合を行う全体画像照合手段とを有することを特徴とする画像照合装置。

【請求項 6】 前記全体画像照合手段の照合結果を閾値処理することで前記入力顔画像中の被写体が同一人物であるか否かを判定する人物判定手段を含むことを特徴とする請求項 5 記載の画像照合装置。

【請求項 7】 複数の入力顔画像及び複数の参照画像の中から顔の向きの近い 2 枚の顔画像を選び出す画像選定手段を含み、前記入力画像変換手段は前記画像選定手段で選定された 2 枚の顔画像に対して被写体が同じ向きになる画像を生成するよう構成したことを特徴とする請求項 5 または請求項 6 記載の画像照合装置。

【請求項 8】 複数の人の顔立体形状モデルの中から照合対象画像の被写体に近い形状モデルを選定する形状選定手段を含み、前記入力画像変換手段は前記形状選定手段で選定された形状モデルを用いて照合対象となる 2 枚の顔画像で被写体が同じ向きになる画像を生成するよう構成したことを特徴とする請求項 5 から請求項 7 のいずれか記載の画像照合装置。

【請求項 9】 人の顔の標準的な立体形状を記述した顔立体形状モデルを用いて入力顔画像の被写体を複数の人の顔画像を記憶するデータベース画像の被写体と同一の向きである画像を生成する画像変換手段と、前記画像変換手段で生成された顔画像を比較照合する画像照合手段と、前記画像照合手段の照合結果を用いて前記データベース画像の顔画像中から人物を検索する人物検索手段とを有することを特徴とする画像照合装置。

【請求項 10】 複数の入力顔画像及び前記データベース画像の中から顔の向きの近い 2 枚の顔画像を選び出す画像選定手段を含み、前記画像変換手段は前記画像選定手段で選定された 2 枚の顔画像に対して被写体が同じ向きになる画像を生成するよう構成したことを特徴とする請求項 9 記載の画像照合装置。

【請求項 11】 複数の人の顔立体形状モデルの中から照合対象画像の被写体に近い形状モデルを選定する形状選定手段を含み、前記画像変換手段は前記形状選定手段で選定された形状モデルを用いて照合対象となる 2 枚の顔画像で被写体が同じ向きになる画像を生成するよう構成したことを特徴とする請求項 9 または請求項 10 記載の画像照合装置。

【請求項 12】 人の顔の標準的な立体形状を記述した顔立体形状モデルを用いて照合対象となる 2 枚の顔画像における被写体が同一方向を向いた画像を顔の部位毎に生成するステップと、生成された画像を用いて照合を行うステップとを有することを特徴とする画像照合方法。

【請求項 13】 前記照合を行うステップの照合結果を閾値処理することで顔画像に含まれる被写体が同一人物であるか否かを判別するステップを含むことを特徴とする請求項 12 記載の画像照合方法。

【請求項 14】 複数の照合対象画像の中から顔の向きの近い画像を選び出すステップを含み、前記同一方向を向いた画像を顔の部位毎に生成するステップは選定された 2 枚の顔画像における被写体が同一方向を向いた画像を顔の部位毎に生成するようにしたことを特徴とする請求項 12 または請求項 13 記載の画像照合方法。

【請求項 15】 複数の顔立体形状モデルの中から照合対象画像の被写体に近いモデルを選び出すステップを含み、前記同一方向を向いた画像を顔の部位毎に生成するステップは選定された形状モデルを用いて 2 枚の顔画像における被写体が同一方向を向いた画像を顔の部位毎に生成するようにしたことを特徴とする請求項 12 から請求項 14 のいずれか記載の画像照合方法。

【請求項 16】 人の顔の標準的な立体形状を記述した顔立体形状モデルを用いて照合対象となる顔画像における顔の向きが参照画像における顔の向きと同じとなる画像を生成するステップと、生成された顔の部分画像を張り合わせることで顔全体を再構成するステップと、生成された顔画像を前記参照画像と比較することで照合を行うステップとを有することを特徴とする画像照合方

法。

【請求項 17】 前記照合を行うステップの照合結果を閾値処理することで顔画像に含まれる被写体が同一人物であるか否かを判別するステップを含むことを特徴とする請求項 16 記載の画像照合方法。

【請求項 18】 複数の照合対象画像の中から顔の向きが近い画像を選び出すステップを含み、前記照合対象となる顔画像における顔の向きが参照画像における顔の向きと同じとなる画像を生成するステップは選定された 2 枚の顔画像における被写体が同一方向を向いた画像を生成するようにしたことを特徴とする請求項 16 または請求項 17 記載の画像照合方法。

【請求項 19】 複数の顔立体形状モデルの中から照合対象画像の被写体に近いモデルを選び出すステップを含み、前記照合対象となる顔画像における顔の向きが参照画像における顔の向きと同じとなる画像を生成するステップは選定された形状モデルを用いて 2 枚の顔画像における被写体が同一方向を向いた画像を生成するようにしたことを特徴とする請求項 16 から請求項 18 のいずれか記載の画像照合方法。

【請求項 20】 人の顔の標準的な立体形状を記述した顔立体形状モデルを用いて照合対象となる顔画像における顔の向きが複数の参照画像からなるデータベース画像における顔の向きと同じとなる画像を生成するステップと、生成された画像を比較することで照合を行うステップと、その照合結果を用いて前記データベース画像中の人物を検索するステップとを有することを特徴とする画像照合方法。

【請求項 21】 複数の照合対象画像の中から顔の向きが近い画像を選び出すステップを含み、前記照合対象となる顔画像における顔の向きが参照画像における顔の向きと同じとなる画像を生成するステップは選定された 2 枚の顔画像における被写体が同一方向を向いた画像を生成するようにしたことを特徴とする請求項 20 記載の画像照合方法。

【請求項 22】 複数の顔立体形状モデルの中から照合対象画像の被写体に近いモデルを選び出すステップを含み、前記照合対象となる顔画像における顔の向きが参照画像における顔の向きと同じとなる画像を生成するステップは選定された形状モデルを用いて 2 枚の顔画像における被写体が同一方向を向いた画像を生成するようにしたことを特徴とする請求項 20 または請求項 21 記載の画像照合方法。

【請求項 23】 コンピュータに二つの画像情報を比較照合させるための画像照合制御プログラムを記録した記録媒体であって、前記画像照合制御プログラムは前記コンピュータに、顔立体形状モデルを用いて被写体が同じ向きになる画像を生成させ、生成された顔画像を比較照合させることを特徴とする画像照合制御プログラムを記録した記録媒体。

【請求項 24】 前記画像照合制御プログラムは前記コンピュータに、前記顔画像の比較照合結果を閾値処理させて前記顔画像中の被写体が同一人物であるか否かを判定させることを特徴とする請求項 23 記載の画像照合制御プログラムを記録した記録媒体。

【請求項 25】 前記画像照合制御プログラムは前記コンピュータに、複数枚の入力画像と参照画像の中から顔の向きの近い画像を選び出させ、前記被写体が同じ向きになる画像を生成させる際に、選定された 2 枚の顔画像に対して被写体が同じ向きになる画像を生成させることを特徴とする請求項 23 または請求項 24 記載の画像照合制御プログラムを記録した記録媒体。

【請求項 26】 前記画像照合制御プログラムは前記コンピュータに、立体形状モデルの中から照合対象画像の被写体に近い形状モデルを選定させ、前記被写体が同じ向きになる画像を生成させる際に、選定された形状モデルを用いて照合対象となる 2 枚の顔画像で被写体が同じ向きになる画像を生成させることを特徴とする請求項 23 から請求項 25 のいずれか記載の画像照合制御プログラムを記録した記録媒体。

【請求項 27】 コンピュータに二つの画像情報を比較照合させるための画像照合制御プログラムを記録した記録媒体であって、前記画像照合制御プログラムは前記コンピュータに、立体形状モデルを用いて被写体が同じ向きになる画像を生成させ、生成された顔の部分画像を張り合わせて顔全体を再構成させ、生成された画像と参照画像とを比較照合させることを特徴とする画像照合制御プログラムを記録した記録媒体。

【請求項 28】 前記画像照合制御プログラムは前記コンピュータに、前記顔画像の比較照合結果を閾値処理させて前記顔画像中の被写体が同一人物であるか否かを判定させることを特徴とする請求項 27 記載の画像照合制御プログラムを記録した記録媒体。

【請求項 29】 前記画像照合制御プログラムは前記コンピュータに、複数枚の入力画像と参照画像の中から顔の向きの近い画像を選び出させ、前記被写体が同じ向きになる画像を生成させる際に、選定された 2 枚の顔画像に対して被写体が同じ向きになる画像を生成させることを特徴とする請求項 27 または請求項 28 記載の画像照合制御プログラムを記録した記録媒体。

【請求項 30】 前記画像照合制御プログラムは前記コンピュータに、立体形状モデルの中から照合対象画像の被写体に近い形状モデルを選定させ、前記被写体が同じ向きになる画像を生成させる際に、選定された形状モデルを用いて照合対象となる 2 枚の顔画像で被写体が同じ向きになる画像を生成させることを特徴とする請求項 27 から請求項 29 のいずれか記載の画像照合制御プログラムを記録した記録媒体。

【請求項 31】 コンピュータに二つの画像情報を比較照合させるための画像照合制御プログラムを記録した記

録媒体であって、前記画像照合制御プログラムは前記コンピュータに、人の標準的な顔立体形状モデルを用いて入力画像の被写体を複数の参照画像からなるデータベース画像の被写体と同一の向きである画像を生成させ、生成された顔画像を比較照合させ、その比較照合結果を用いて前記データベース画像の顔画像中から人物を検索させることを特徴とする画像照合制御プログラムを記録した記録媒体。

【請求項 32】 前記画像照合制御プログラムは前記コンピュータに、複数枚の入力画像と参照画像の中から顔の向きの近い画像を選び出させ、前記被写体と同一の向きである画像を生成させる際に、選定された 2 枚の顔画像に対して被写体と同一の向きである画像を生成させることを特徴とする請求項 31 記載の画像照合制御プログラムを記録した記録媒体。

【請求項 33】 前記画像照合制御プログラムは前記コンピュータに、立体形状モデルの中から照合対象画像の被写体に近い形状モデルを選定させ、前記被写体と同一の向きである画像を生成させる際に、選定された形状モデルを用いて照合対象となる 2 枚の顔画像で被写体と同一の向きである画像を生成させることを特徴とする請求項 31 または請求項 32 記載の画像照合制御プログラムを記録した記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は画像照合装置及びその画像照合方法並びにその制御プログラムを記録した記録媒体に関し、特に二つの画像情報（人物の顔が撮影された画像）を比較照合する画像照合方法に関する。

【0002】

【従来の技術】人間の顔画像を利用して計算機によって照合検索する技術について、これまで多くの研究がなされてきているが、現状ではまだ実用化には遠い状況である。この原因は顔が人によらず類似しているにもかかわらず、同一人物の顔であっても画像上では非常に大きな変動が生じるためである。

【0003】変動として考えられる原因の最も大きなものの一つとして、画像上での顔の向きが異なるという問題を挙げることができる。これまで提案された顔画像照合方法のうち、入力画像の顔の姿勢変化に強いとされている照合方法は以下の 3 つの手法に分類することができる。

【0004】まず、人物毎に複数の異なる方向から顔画像を予め撮影しておく第 1 の手法がある。この第 1 の手法では予め複数の異なる方向から撮影した顔画像を用意しておき、入力画像と比較することによって顔の向きによらず照合を行っている。

【0005】第 1 の手法の一例が、1995 年に電子情報通信学会論文誌 D-II の第 1639 頁乃至第 1649 頁に掲載された「顔の向きによらない人物識別のための

辞書構成法」と題する畠田らの論文に記載されている。その論文によると、入力画像と同一の顔の向きが 15 度以下となるような顔画像を予め用意しておくことで、登録人物 20 名の中から一位に照合された人物が正解である照合率が 98% との結果が得られている。

【0006】次に、人物毎に顔の 3 次元立体形状等の向き変動を記述するに足る情報を予め得ておく第 2 の手法がある。この第 2 の手法では顔の 3 次元立体形状を利用して向きの異なる顔画像を生成して照合を行っている。

【0007】第 2 の手法の代表的な例が、1991 年に Proceedings of SPIE の第 204 頁乃至第 216 頁に掲載された「A new method for designing face image classifier using 3D CG model」と題する Akamatsu による論文に記載されている。

【0008】その論文に記載された手法では顔の全表面を覆うように多方向から撮影された顔画像と、顔表面の 3 次元位置座標を詳細に計測したデータとを予め参照データとして保持しておき、このデータから任意の向きの顔画像を生成して照合を行っている。その場合、向きの異なる顔画像はまず計測された 3 次元位置座標を求めたい向きに回転させ、求めたい向きの立体形状を計算し、その表面に対応する点の顔画像を張り合わせるによって生成している。

【0009】さらに、人物に依存しない標準的な顔の 3 次元立体形状等、向き変動を記述するに足る情報を予め得ておく第 3 の手法がある。この第 3 の手法では人物に依存しない標準的な顔の 3 次元立体形状をモデルとして保持しておくことで、各人物についての顔画像が 1 枚だけであっても、顔の向きを補正して照合することを可能としている。

【0010】第 3 の手法の一例が、1995 年に Proceedings of the International Workshop on Automatic Face and Gesture Recognition の第 26 頁乃至第 28 頁に掲載された「Single-View Based Recognition of Faces Rotated in Depth」と題する Maurer による論文に記載されている。

【0011】その論文に記載された手法では標準的な顔の 3 次元立体形状を予め 2 方向から撮影された複数人の顔画像を学習データとして用意しておき、これら画像データから標準的な顔の立体形状を推定しておくことに特徴がある。顔の立体形状は顔の中の瞳中心や目尻・目頭・鼻先等の各特徴点周辺毎に平面で近似することで、学習を容易としている。

【0012】このとき、その領域毎の平面の傾きは上記学習データによって推定する方法を提案している。この

論文に記載された手法では実際の顔画像に上記の方法を適用し、45度横方向を向いた顔の画像と正面向きの顔とを比較することで、登録人物90名中から一位に照合された人物が正解である照合率が50%との結果を得ている。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】 上述した従来の画像照合方法では、第1の手法の場合、各人物に対して異なる視線方向から撮影した顔画像を複数枚得ておく必要がある。そのためには複数台のカメラを設置して撮影するか、もしくは顔の向きを変更しながら撮影する等の工夫が必要となる。また、予め撮影できない向きの顔画像には対処できない等の問題がある。

【0014】 第2の手法の場合には顔画像登録の際に必ず3次元形状計測装置（レンジファインダ）が必要となる。レンジファインダは高価であったり、取り扱いが難しかったりする等、一般的な装置とはいえないため、第2の手法は特殊用途のシステムとしてしか適用できない。

【0015】 同時に、現在まで蓄積されてきている顔画像は顔情報を2次元画像として保持しているものが一般的であるが、第2の手法を採用すると、これらの画像の利用ができないことになってしまう。以上の第1及び第2の手法の共通の問題としては、登録データの量が著しく増加してしまうという点も挙げられる。

【0016】 第3の手法は登録する顔画像が一枚で良いため、上記の第1及び第2の手法の問題を解消しているといえる。しかしながら、その照合率は上記の論文「Single-View Based Recognition of Faces Rotated in Depth」に記載されているように、登録人物が90名で照合率50%と、実用的であるとはいえない。

【0017】 その原因は上記の論文における標準的な顔の形状を、瞳中心や目尻・目頭・鼻先等を中心とした部分領域が平面で十分よく近似できるとした現実に合致しない仮定にある。

【0018】 そこで、本発明の目的は上記の問題点を解消し、データベースに登録する画像として各人物について1枚のみしか必要とせず、かつ高い照合性能を得ることができる画像照合装置及びその画像照合方法並びにその制御プログラムを記録した記録媒体を提供することにある。

【0019】

【課題を解決するための手段】 本発明による画像照合装置は、人の顔の標準的な立体形状を記述した顔立体形状モデルを用いて入力顔画像の被写体と識別対象である参照画像の被写体とが同じ向きになる画像を生成する画像変換手段と、前記画像変換手段で生成された顔画像を前記識別対象画像と比較照合する画像照合手段とを備えている。

【0020】 本発明による他の画像照合装置は、人の顔の標準的な立体形状を記述した顔立体形状モデルを用いて入力顔画像の被写体が識別対象である参照画像の被写体と同じ向きになる画像を生成する入力画像変換手段と、前記入力画像変換手段で生成された顔の部分画像を張り合わせることで顔全体を再構成する画像再構成手段と、前記画像再構成手段で再構成された画像と前記参照画像とを比較することで照合を行う全体画像照合手段とを備えている。

10 【0021】 本発明による別の画像照合装置は、人の顔の標準的な立体形状を記述した顔立体形状モデルを用いて入力顔画像の被写体を複数の人の顔画像を記憶するデータベース画像の被写体と同一の向きである画像を生成する画像変換手段と、前記画像変換手段で生成された顔画像を比較照合する画像照合手段と、前記画像照合手段の照合結果を用いて前記データベース画像の顔画像中から人物を検索する人物検索手段とを備えている。

20 【0022】 本発明による画像照合方法は、人の顔の標準的な立体形状を記述した顔立体形状モデルを用いて照合対象となる2枚の顔画像における被写体が同一方向を向いた画像を顔の部位毎に生成するステップと、生成された画像を用いて照合を行うステップとを備えている。

30 【0023】 本発明による他の画像照合方法は、人の顔の標準的な立体形状を記述した顔立体形状モデルを用いて照合対象となる顔画像における顔の向きが参照画像における顔の向きと同じとなる画像を生成するステップと、生成された顔の部分画像を張り合わせることで顔全体を再構成するステップと、生成された顔画像を前記参照画像と比較することで照合を行うステップとを備えている。

40 【0024】 本発明による別の画像照合方法は、人の顔の標準的な立体形状を記述した顔立体形状モデルを用いて照合対象となる顔画像における顔の向きが複数の参照画像からなるデータベース画像における顔の向きと同じとなる画像を生成するステップと、生成された画像を比較することで照合を行うステップと、その照合結果を用いて前記データベース画像中の人物を検索するステップとを備えている。

50 【0025】 本発明による画像照合制御プログラムを記録した記録媒体は、コンピュータに二つの画像情報を比較照合させるための画像照合制御プログラムを記録した記録媒体であって、前記画像照合制御プログラムは前記コンピュータに、顔立体形状モデルを用いて被写体と同じ向きになる画像を生成させ、生成された顔画像を比較照合させている。

【0026】 本発明による他の画像照合制御プログラムを記録した記録媒体は、コンピュータに二つの画像情報を比較照合させるための画像照合制御プログラムを記録した記録媒体であって、前記画像照合制御プログラムは前記コンピュータに、立体形状モデルを用いて被写体が

同じ向きになる画像を生成させ、生成された顔の部分画像を張り合わせて顔全体を再構成させ、生成された画像と参照画像とを比較照合させている。

【0027】本発明による別の画像照合制御プログラムを記録した記録媒体は、コンピュータに二つの画像情報を比較照合させるための画像照合制御プログラムを記録した記録媒体であって、前記画像照合制御プログラムは前記コンピュータに、人の標準的な顔立体形状モデルを用いて入力画像の被写体を複数の参照画像からなるデータベース画像の被写体と同一の向きである画像を生成させ、生成された顔画像を比較照合させ、その比較照合結果を用いて前記データベース画像の顔画像の中から人物を検索させている。

【0028】すなわち、本発明の第1の画像照合方法では、人の顔の標準的な立体形状を記述した顔立体形状モデルを用い、照合対象となる2枚の顔画像における被写体が同一方向を向いた画像を顔の部位毎に生成し、生成された画像を用いて照合を行っている。

【0029】本発明の第2の画像照合方法では、人の顔の標準的な立体形状を記述した顔立体形状モデルを用い、照合対象となる2枚の顔画像における被写体が同一方向を向いた画像を顔の部位毎に生成し、生成された画像を用いて照合を行い、その結果を閾値処理することによって顔画像に含まれる被写体が同一人物であるか否かを判別している。

【0030】本発明の第3の画像照合方法では、複数の照合対象画像の中から顔の向きが近い画像を選び出し、人の顔の標準的な立体形状を記述した顔立体形状モデルを使い、選定された2枚の顔画像における被写体が同一方向を向いた画像を顔の部位毎に生成し、生成された画像を用いて照合を行い、その結果を閾値処理することによって顔画像に含まれる被写体が同一人物であるか否かを判別している。

【0031】本発明の第4の画像照合方法では、複数の顔立体形状モデルの中から照合対象画像の被写体に近いモデルを選び出し、選定された形状モデルを使って該被写体における顔の向きが異なる画像を顔の部位毎に生成し、生成された画像を用いて照合を行い、その結果を閾値処理することによって顔画像に含まれる被写体が同一人物であるか否かを判別している。

【0032】本発明の第5の画像照合方法では、人の顔の標準的な立体形状を記述した顔立体形状モデルを用い、照合対象となる顔画像における顔の向きが異なる画像を生成し、生成された顔の部分画像を張り合わせることで顔全体を再構成し、生成された顔画像を比較することで照合を行い、その結果を閾値処理することによって顔画像に含まれる被写体が同一人物であるか否かを判別している。

【0033】本発明の第6の画像照合方法では、人の顔の標準的な立体形状を記述した顔立体形状モデルを用

い、照合対象となる顔画像における顔の向きが異なる画像を生成し、生成された画像を比較することで照合を行い、照合結果を用いてデータベース画像中の人物としている。

【0034】尚、上記の第1の画像照合方法から第6の画像照合方法までの手法を組合せて画像照合を行うことも可能である。

【0035】上述した方法を実現するために、本発明の第1の画像照合装置は、識別対象画像を記憶する参照画像記憶部と、人の顔の標準的な立体形状を記述した顔立体形状モデルを記憶する形状モデル記憶部と、顔立体形状モデルを用いて被写体が同じ向きになる画像を生成する画像変換手段と、画像変換手段で生成された顔画像を比較照合する画像照合手段と、照合結果を閾値処理することで顔画像中の被写体が同一人物であるか否かを判定する人物判定手段とを有している。

【0036】本発明の第2の画像照合装置は、同一人物を複数方向から撮影した顔画像を保持する参照画像記憶部と、人の顔の標準的な立体形状を記述した顔立体形状モデルを記憶する形状モデル記憶部と、複数枚の入力画像と参照画像の中から顔の向きの近い画像を選び出す画像選定手段と、選定された2枚の顔画像に対して被写体が同じ向きになる画像を生成する画像変換手段と、画像変換手段で生成された顔画像を比較照合する画像照合手段と、照合結果を閾値処理することで顔画像中の被写体が同一人物であるか否かを判定する人物判定手段とを有している。

【0037】本発明の第3の画像照合装置は、識別対象画像を記憶する参照画像記憶部と、複数の人の顔立体形状モデルを記憶する形状モデル記憶部と、顔立体形状モデルの中から照合対象画像の被写体に近い形状モデルを選定する形状選定手段と、選定された形状モデルを用いて照合対象となる2枚の顔画像で被写体が同じ向きになる画像を生成する画像変換手段と、画像変換手段で生成された顔画像を比較照合する画像照合手段と、照合結果を閾値処理することで顔画像中の被写体が同一人物であるか否かを判定する人物判定手段とを有している。

【0038】本発明の第4の画像照合装置は、識別対象画像を記憶する参照画像記憶部と、人の顔の標準的な立体形状を記述した顔立体形状モデルを記憶する形状モデル記憶部と、顔立体形状モデルを用いて被写体が同じ向きになる画像を生成する入力画像変換手段と、生成された顔の部分画像を張り合わせることで顔全体を再構成する画像再構成手段と、生成された画像と参照画像とを比較することで照合を行う全体画像照合手段と、照合結果を閾値処理することで顔画像中の被写体が同一人物であるか否かを判定する人物判定手段とを有している。

【0039】本発明の第5の画像照合装置は、複数の人の顔画像を記憶する参照画像記憶部と、人の顔の標準的な立体形状を記述した顔立体形状モデルを記憶する形状

モデル記憶部と、人の標準的な顔立体形状モデルを用いて入力画像の被写体をデータベース画像の被写体と同一の向きである画像を生成する画像変換手段と、画像変換手段で生成された顔画像を比較照合する画像照合手段と、照合結果を用いて参照画像記憶部の顔画像中から人物を検索する人物検索手段とを有している。

【0040】尚、上述した第1の画像照合装置から第5の画像照合装置の各構成要素を組合せて一つの画像照合装置を構成することも可能である。

【0041】本発明の第1の記録媒体に記録されたプログラムはコンピュータに、顔立体形状モデルを用いて被写体が同じ向きになる画像を生成する画像変換処理と、画像変換手段で生成された顔画像を比較照合する画像照合処理と、照合結果を閾値処理することで顔画像中の被写体が同一人物であるか否かを判定する人物判定処理とを実行させている。

【0042】本発明の第2の記録媒体に記録されたプログラムはコンピュータに、複数枚の入力画像及び参照画像の中から顔の向きの近い画像を選び出す画像選定処理と、選定された2枚の顔画像に対して被写体が同じ向きになる画像を生成する画像変換処理と、画像変換手段で生成された顔画像を比較照合する画像照合処理と、照合結果を閾値処理することで顔画像中の被写体が同一人物であるか否かを判定する人物判定処理とを実行させている。

【0043】本発明の第3の記録媒体に記録されたプログラムはコンピュータに、立体形状モデルの中から照合対象画像の被写体に近い形状モデルを選定する形状選定処理と、選定された形状モデルを用いて照合対象となる2枚の顔画像で被写体が同じ向きになる画像を生成する画像変換処理と、画像変換手段で生成された顔画像を比較照合する画像照合処理と、照合結果を閾値処理することで顔画像中の被写体が同一人物であるか否かを判定する人物判定処理とを実行させている。

【0044】本発明の第4の記録媒体に記録されたプログラムはコンピュータに、立体形状モデルを用いて被写体が同じ向きになる画像を生成する入力画像変換処理と、生成された顔の部分画像を張り合わせることで顔全体を再構成する画像再構成処理と、生成された画像と参照画像とを比較することで照合を行う全体画像照合処理と、照合結果を閾値処理することで顔画像中の被写体が同一人物であるか否かを判定する人物判定処理とを実行させている。

【0045】本発明の第5の記録媒体に記録されたプログラムはコンピュータに、人の標準的な顔立体形状モデルを用いて入力画像の被写体からデータベース画像の被写体と同一の向きである画像を生成する画像変換処理と、画像変換手段で生成された顔画像を比較照合する画像照合処理と、照合結果を用いて参照画像記憶部の顔画像中から人物を検索する人物検索処理とを実行させてい

る。

【0046】尚、上述した第1の記録媒体から第5の記録媒体に記録された各プログラムを組合せて、コンピュータに上記の各処理を実行させることも可能である。これによって、適応条件が限定されかつ照合正解率が低いという従来の問題を解決することが可能となる。つまり、データベースに登録する画像として各人物について1枚のみしか必要とせず、かつ高い照合性能を得ることが可能となる。

【0047】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施例について図面を参照して説明する。図1は本発明の第1の実施例による画像照合装置の主要部構成を示すブロック図である。図1において、本発明の第1の実施例による画像照合装置の主要部は画像変換手段10と、画像照合手段11と、人物判定手段12とから構成されている。

【0048】図2は本発明の第1の実施例による画像照合装置の構成を示すブロック図である。図2において、本発明の第1の実施例による画像照合装置はスキャナやキーボード等の入力装置1と、プログラム制御によって動作するデータ処理装置2と、情報を記憶する記憶装置3と、ディスプレイ装置や印刷装置等の出力装置4とから構成されている。

【0049】データ処理装置2は本発明の第1の実施例による画像照合装置の主要部である画像変換手段10と画像照合手段11と人物判定手段12とから構成されており、記憶装置2は参照画像記憶部60と形状モデル記憶部61とから構成されている。

【0050】図3は本発明の第1の実施例による画像照合装置の処理動作を示すフローチャートであり、図4は顔の向きが異なる画像の例を示す図であり、図5は特徴点の例を示す図であり、図6は立体形状モデルの例を示す図であり、図7は顔画像の正規化方法を説明するための図であり、図8は顔の向きが異なる画像を生成する方法を説明するための図である。

【0051】これら図1～図8を参照して本発明の第1の実施例による画像照合装置の処理動作について説明する。尚、図3に示す処理動作はデータ処理装置2が図示せぬ制御メモリのプログラムを実行することで実現され、制御メモリとしてはROM（リードオンリメモリ）やフロッピディスク等が使用可能である。

【0052】本発明の第1の実施例は顔の向きが異なる2枚の顔画像を比較照合することによって、これらの画像中の被写体が同一人物であるかどうかを判定する方法である。以下の説明においては照合対象となる2枚の顔画像を区別するため、入力画像及び参照画像と呼ぶこととする。

【0053】また、本実施例ではこれら2枚の顔画像で顔の向きが異なる場合を考える。このような画像の例を図4に示す。図4(a)では顔は図示せぬカメラ方向に

対して正面を向いているが、(b)では画像中の人物から見て左向きに45度斜めを向いている。以下の説明では図4(a)のような顔を正面顔と呼び、図4(b)のような顔を左斜め45度向きの顔と呼ぶことにする。

【0054】入力画像信号110からは入力画像とその入力画像における顔特徴点位置座標と顔の向き情報とが画像変換手段10へ供給される。ここで、顔の特徴点とは図5に示すように、瞳中心や目尻・目頭・鼻先等、その点の位置が顔面上で比較的一意に特定しやすい点のことである。

【0055】図5においては×印が特徴点であり、その近くの番号(1~7)は特徴点を識別するための番号である。識別番号が小さい順に、右瞳中心(1)、左瞳中心(2)、右目頭(3)、右目尻(4)、右鼻翼

(5)、鼻下(6)、右口端(7)をそれぞれ指している。また、顔の向き情報とはカメラ方向に対する顔の回転角のことである。

【0056】参照画像信号111からは参照画像とその参照画像における顔特徴点位置座標と顔の向きとが供給される。形状モデル信号112からは人物に依存しない標準顔の立体形状モデル及びその立体形状モデル上における顔特徴点位置座標が供給される。図6に立体形状モデルの例を示す。この像はギリシャ神話上の登場人物であるブルータスの石膏像を3次元形状計測用のレンジファインダで計測したものである。

【0057】画像変換手段10は入力画像と参照画像とのうちどちらかまたは両方の画像を変換することによって、両画像での被写体が同じ向きの顔を持つ画像を生成する(図3ステップS1)。本実施例では入力画像における顔の向きを変換することによって、参照画像の向きを持つ顔画像にするものとして以下の説明を行う。しかしながら、参照画像を変換する場合や両方の画像を変換する場合についても同様な方法を適用することが可能である。

【0058】画像変換手段10ではまず、特徴点位置座標を用いて入力画像と参照画像と立体形状モデルにおける顔の大きさを正規化する。この正規化方法の一例を図7に示す。

【0059】図7では顔の短軸方向に対して両瞳中心間の距離を d_x 、長軸方向に対しては瞳中心と口端との間

$$\begin{aligned} q_x &= \cos(sy) p_x + \sin(sy) p_z \\ q_y &= \sin(sx) \sin(sy) p_x \\ &\quad + \cos(sx) p_y - \sin(sx) \cos(sy) p_z \\ q_z &= -\cos(sx) \sin(sy) p_x \\ &\quad + \sin(sx) p_y + \cos(sx) \cos(sy) p_z \\ &\quad \dots (1) \end{aligned}$$

で表される。ここで、 q_z は奥行き成分であり、顔部分画像は2次元平面であるので、点 Q' から z 成分を除いた点 $Q = (q_x, q_y)$ が点 P の顔部分画像での対応点になる。

の距離を d_y としている。これらの距離を入力画像と参照画像と立体形状モデルとで等しくなるように画像及びモデルを変形する。一般には与えられている特徴点位置座標のうち、なるべくその間の距離が広いものを利用して正規化する。

【0060】次に、入力画像を変換することによって、入力画像上の被写体が参照画像の向きを持つ画像を生成する。但し、この処理は顔の特徴点毎に行われ、各特徴点での生成結果として特徴点周辺の顔画像が出力される。

【0061】この画像生成方法を図8を用いて説明する。図8における特徴点は右瞳中心であり、右上図が入力画像、左上図及び左下図が立体形状モデルである。右下の枠は変換によって生成される予定の画像である。また、入力画像は左斜め45度向き、参照画像は正面顔とする。すなわち、入力画像から右瞳を中心とした正面向きの画像を生成することが目的である。以下ではこの生成される予定の画像のことを顔部分画像と呼ぶことにする。

【0062】まず、顔部分画像の大きさを決定する。顔部分画像の大きさは顔立体形状の個人差があまり影響しない範囲にする。続いて、入力画像におけるある点が顔の向き変化によって顔部分画像上のどの点に対応するかを、立体形状モデルを用いて求める。この対応点の算出方法を以下に示す。

【0063】入力画像に対して特徴点位置に原点、画像の横方向に x 軸、縦方向に y 軸をとる。立体形状モデルに対して立体形状モデルを3次元空間座標系から $x-y$ 平面へ射影した時に入力画像の向きになるように x 軸と y 軸とをとり、それと垂直方向、すなわち奥行き方向に z 軸をとる。顔部分画像に対して中心位置に原点、画像の横方向に x 軸、縦方向に y 軸をとる。

【0064】入力画像上のある点 $P = (p_x, p_y)$ について考える。点 P に対応する立体形状モデル上の点を P' 、点 P' での奥行きを p_z とし、 x 軸及び y 軸を中心とした顔の回転角をそれぞれ s_x, s_y とすると、顔の向きの変化によって点 $P' = (p_x, p_y, p_z)$ は点 $Q' = (q_x, q_y, q_z)$ に移る。

【0065】点 Q' の q_x, q_y, q_z は、

【0066】このような方法で顔部分画像上のすべての点での入力画像との対応点を求め、入力画像における輝度値を顔部分画像上に置換えることによって顔部分画像を生成する。以上の処理を全ての特徴点について行い、全

特徴点についてその周辺の輝度情報を持った顔部分画像を生成する。

【0067】また、参照画像については入力画像で生成された顔部分画像と同じ大きさの画像を切り出しておく。これは入力画像と同じ部位を切り出しておくことによって、照合をしやすくするためである。部分画像信号 113 としては入力画像から生成された顔部分画像と参

$$R = \frac{1}{N} \sum_i \left\{ \frac{\sum_j (f(i, x) - \overline{f(i, x)}) (g(i, x) - \overline{g(i, x)})}{\sqrt{\sum_j (f(i, x) - \overline{f(i, x)})^2} \sqrt{\sum_j (g(i, x) - \overline{g(i, x)})^2}} \right\} \dots\dots\dots (2)$$

【数 2】

$$\overline{f(i, x)} = (1/M) \sum_j f(i, x), \quad \overline{g(i, x)} = (1/M) \sum_j g(i, x)$$

という関数を導入する。

【0069】ここで、 $f(i, x)$ 、 $g(i, x)$ はそれぞれ入力画像及び参照画像から生成された顔部分画像の輝度値である。変数 i は特徴点の番号、 x は画像上の空間位置である。N は特徴点の数、M は全画素数である。この関数は各部分画像毎に正規化相関を求め、それをすべての部分画像で平均したものである。

【0070】画像類似度信号 114 からは類似度の値 R が供給される。但し、画像照合方法についてはこれ以外の方法、例えば KL 展開を用いた方法等、他の方法でも本発明で実現することができる。KL 展開の方法については、例えば「画像認識の基礎 [II]」（森俊二・板倉 梅子著、オーム社刊、1990 年）に詳細に記載されている。

【0071】人物判定手段 12 は画像照合手段 11 で得られた類似度を用いて入力画像の被写体と参照画像の被写体とが同一人物かどうかを判定する処理を行う（図 3 ステップ S3）。人物判定手段 12 では類似度に対してある閾値を設定し、類似度が閾値より大きい場合には“1”が出力され、閾値より小さい場合には“0”が出力されるようにする。

【0072】これによって、同一人物であると判定された場合には出力信号 115 として“1”が出力され、同一人物であると判定されない場合には出力信号 115 として“0”が出力される（図 3 ステップ S4）。

【0073】本実施例では向きの異なる顔画像を生成する際に、顔の部分毎に画像変換を行うため、顔全体を立体形状モデルで一括変換した場合に比べ、得られた画像の変形が少なく、照合率が良くなるという利点がある。

【0074】また、本実施例では照合に顔画像を 2 枚しか必要としないため、従来の第 1 の手法の人物毎に複数の異なる方向から顔画像を予め撮影しておく手法や、従来の第 2 の手法の人物毎に顔の 3 次元立体形状等の向き変動を記述するに足る情報を予め得ておく手法と比較して記憶容量が少なくすむという利点もある。

照画像から生成された顔部分画像とが出力される。

【0068】画像照合手段 11 では画像変換手段 10 で得られた顔部分画像の照合処理が行われる（図 3 ステップ S2）。画像変換手段 10 で得られた顔部分画像に対し、これらの画像の類似度を計算するために、

【数 1】

【0075】図 9 は本発明の第 2 の実施例による画像照合装置の主要部構成を示すブロック図である。図 9 において、本発明の第 2 の実施例による画像照合装置の主要部は画像選定手段 20 を設けた以外は図 1 に示す本発明の第 1 の実施例による画像照合装置の主要部と同様の構成となっており、同一構成要素には同一符号を付してある。

【0076】また、同一構成要素の動作は本発明の第 1 の実施例による画像照合装置の主要部と同様である。さらに、本発明の第 2 の実施例による画像照合装置は図 2 に示すデータ処理装置 2 の構成が図 9 に示す構成となっている以外は本発明の第 1 の実施例による画像照合装置と同様である。

【0077】本発明の第 2 の実施例は入力画像信号や参照画像信号から供給される顔画像が各一枚でなく、各信号で同一人物を複数の角度から撮影された顔画像が複数枚供給される場合に用いられる。

【0078】入力画像や参照画像に含まれる画像が 1 枚以上であることを示すために、画像を供給する信号の信号名には入力画像群信号 120 及び参照画像群信号 121 という名称をつけることにする。

【0079】図 10 は本発明の第 2 の実施例による画像照合装置の処理動作を示すフローチャートである。これら図 9 及び図 10 を参照して本発明の第 2 の実施例による画像照合装置の処理動作について説明する。

【0080】まず、入力画像群信号 120 によって複数方向から撮影された顔画像と各顔画像における顔特徴点位置座標と顔の向きとが供給される。同様に、参照画像群信号 121 によって複数方向から撮影された顔画像と各顔画像における顔特徴点位置座標と顔の向きとが供給される。

【0081】画像選定手段 20 は入力画像群の中から 1 枚、参照画像群の中から 1 枚それぞれ画像を選び出す方式で、その中で最も顔の向きが近いものを選定する（図 10 ステップ S11）。画像選定手段 20 からは画像信

20

30

40

50

号 122 で、選定された 2 枚の顔画像とこれらの画像における特徴点位置座標と顔の向きとが出力される。

【0082】画像変換手段 10 は入力画像群中の 1 枚の画像と参照画像群中の 1 枚の画像とのうちどちらかまたは両方の画像を変換することによって、両画像での被写体が同じ向きの顔を持つ画像を生成する（図 10 ステップ S12）。

【0083】画像照合手段 11 では画像変換手段 10 で得られた顔部分画像の照合処理が行われる（図 10 ステップ S13）。人物判定手段 12 は画像照合手段 11 で得られた類似度を用いて入力画像の被写体と参照画像の被写体とが同一人物かどうかを判定する処理を行う（図 10 ステップ S14）。

【0084】人物判定手段 12 からは同一人物であると判定された場合に出力信号 115 として“1”が出力され、同一人物であると判定されない場合に出力信号 115 として“0”が出力される（図 10 ステップ S15）。

【0085】本実施例は複数の方向から撮影された顔画像が入力画像及び参照画像として供給される時に向きの近い画像を選定しているので、照合精度がよくなるという利点がある。

【0086】図 11 は本発明の第 3 の実施例による画像照合装置の主要部構成を示すブロック図である。図 11 において、本発明の第 3 の実施例による画像照合装置の主要部は形状選定手段 30 を設けた以外は図 1 に示す本発明の第 1 の実施例による画像照合装置の主要部と同様の構成となっており、同一構成要素には同一符号を付し

$$D = \sum_i \{ (R_{xi} - W_{xi}) (R_{xi} - W_{xi}) + (R_{yi} - W_{yi}) (R_{yi} - W_{yi}) \} \quad \dots (3)$$

という (3) 式を最小にする形状モデルを選び出す。ここで、 (R_{xi}, R_{yi}) は入力画像の i 番目の特徴点での位置座標、 (W_{xi}, W_{yi}) は形状モデルの i 番目の特徴点での位置座標を表す。すなわち、この (3) 式を最小にすることは特徴点間のずれが最小である形状モデルを選定することを意味している。

【0092】形状選定手段 30 からの画像・形状信号 131 には入力画像及び参照画像とこれらの画像の特徴点位置座標と顔の向きと形状選定検定手段 30 で選定された形状モデルとが出力される。

【0093】画像変換手段 10 は形状選定検定手段 30 で選定された形状モデルを用いて、形状選定手段 30 からの入力画像及び参照画像のうちどちらかまたは両方の画像を変換することによって、両画像での被写体が同じ向きの顔を持つ画像を生成する（図 12 ステップ S22）。

【0094】画像照合手段 11 では画像変換手段 10 で得られた顔部分画像の照合処理が行われる（図 12 ステップ S23）。人物判定手段 12 は画像照合手段 11 で得られた類似度を用いて入力画像の被写体と参照画像の

である。

【0087】また、同一構成要素の動作は本発明の第 1 の実施例による画像照合装置の主要部と同様である。さらに、本発明の第 3 の実施例による画像照合装置は図 2 に示すデータ処理装置 2 の構成が図 11 に示す構成となっている以外は本発明の第 1 の実施例による画像照合装置と同様である。

【0088】本発明の第 3 の実施例は立体形状モデルが形状モデル信号から複数供給される場合に、最適な立体形状モデル選定することによって照合の精度を上げる方法を示している。

【0089】図 12 は本発明の第 3 の実施例による画像照合装置の処理動作を示すフローチャートである。これら図 11 及び図 12 を参照して本発明の第 3 の実施例による画像照合装置の処理動作について説明する。

【0090】形状選定手段 30 は形状モデル群信号 130 として送られてくる複数の形状モデルから、入力画像の被写体に最も近い形状モデルを選定する（図 12 ステップ S21）。形状選定手段 30 ではまず、入力画像及び全ての形状モデルに対して、瞳中心や口端等の特徴点位置座標を用いてその大きさの正規化する。次に、形状選定手段 30 は全ての形状モデルに対して、入力画像と同じ向きを持つ形状モデルでの特徴点位置座標を算出する。

【0091】形状選定手段 30 は算出された各形状モデルでの特徴点位置情報及び入力画像の特徴点位置座標を用いて、

被写体とが同一人物かどうかを判定する処理を行う（図 12 ステップ S24）。

【0095】人物判定手段 12 からは同一人物であると判定された場合に出力信号 115 として“1”が出力され、同一人物であると判定されない場合に出力信号 115 として“0”が出力される（図 12 ステップ S25）。

【0096】本実施例では本発明の第 1 の実施例に比べ、より入力画像の被写体に近い形状モデルを選定することができるため、照合精度がよくなるという利点を得ることができる。

【0097】図 13 は本発明の第 4 の実施例による画像照合装置の主要部構成を示すブロック図である。図 13 において、本発明の第 4 の実施例による画像照合装置の主要部は入力画像変換手段 40 と、画像再構成手段 41 と、全体画像照合手段 42 と、人物判定手段 12 とから構成されている。尚、本発明の第 4 の実施例による画像照合装置は図 2 に示すデータ処理装置 2 の構成が図 13 に示す構成となっている以外は本発明の第 1 の実施例による画像照合装置と同様である。

【0098】本発明の第4の実施例は本発明の第1の実施例における画像変換手段10で生成した顔の部分画像を一つの顔画像に再構成する処理を付け加えることによって顔全体を用いた照合方法を可能にする方法を示している。

【0099】図14は本発明の第4の実施例による画像照合装置の処理動作を示すフローチャートである。これら図13及び図14を参照して本発明の第4の実施例による画像照合装置の処理動作について説明する。

【0100】参照画像向き信号140からは参照画像の向きに関する情報のみが供給される。入力画像変換手段40は入力画像に関して画像変換手段10と同一の処理を行い、入力画像とは顔の向きが異なる顔部分画像、つまり入力画像を変更して参照画像と顔の向きが同じ顔部分画像を生成する(図14ステップS31)。入力画像変換手段40からは部分入力画像信号141として入力画像における顔部分画像が出力される。

【0101】画像再構成手段41は部分入力画像信号から供給された顔部分画像から顔全体の画像を再構成する(図14ステップS32)。画像再構成手段41は各部分画像を部分画像の向きに射影された立体形状モデルの特徴点位置に重ね合わせ、顔全体を再構成する。但し、部分画像の重なった部分に関しては部分画像の輝度値の平均値をとり、それを顔全体画像の輝度値とする。画像再構成手段41からは全体入力画像信号142として再構成された顔全体画像が出力される。

【0102】全体画像照合手段42は全体入力画像信号142から供給された入力画像の顔全体画像と参照画像輝度信号143から供給された参照画像とによって、顔全体の画像情報を用いて照合を行う(図14ステップS33)。

【0103】人物判定手段12は全体画像照合手段42で得られた全体画像類似度を用いて入力画像の被写体と参照画像の被写体とが同一人物かどうかを判定する処理を行う(図14ステップS34)。

【0104】人物判定手段12からは同一人物であると判定された場合に出力信号115として“1”が出力され、同一人物であると判定されない場合に出力信号115として“0”が出力される(図14ステップS35)。

【0105】本実施例では本発明の第1の実施例に比べ、参照画像での特徴点位置を必要としないため、特徴点位置座標の記憶がない場合でも照合が可能である。そのため、参照画像の特徴点位置座標を指定する処理が不要になり、参照画像情報の生成が容易になるという利点がある。

【0106】図15は本発明の第5の実施例による画像照合装置の主要部構成を示すブロック図である。図15において、本発明の第5の実施例による画像照合装置の主要部は人物判定手段12の代りに人物検索手段50を

設けた以外は図1に示す本発明の第1の実施例による画像照合装置の主要部と同様の構成となっており、同一構成要素には同一符号を付してある。

【0107】また、同一構成要素の動作は本発明の第1の実施例による画像照合装置の主要部と同様である。さらに、本発明の第4の実施例による画像照合装置は図2に示すデータ処理装置2の構成が図15に示す構成となっている以外は本発明の第1の実施例による画像照合装置と同様である。

【0108】本発明の第5の実施例は画像データベース等に記憶されている複数人分の顔画像の中から入力画像の被写体に相当する画像を選び出すことによって、入力画像での被写体を特定する方法を示している。本発明の第5の実施例と本発明の第1の実施例との相違は、参照画像信号111の代わりにデータベース画像信号150が画像変換手段10に入力されている点及び人物判定手段12の代りに人物検索手段50を設けた点である。

【0109】図16は本発明の第5の実施例による画像照合装置の処理動作を示すフローチャートである。これら図15及び図16を参照して本発明の第5の実施例による画像照合装置の処理動作について説明する。

【0110】データベース画像信号150とは記憶媒体(図示せず)上に保持されているいろいろな人物が含まれている顔画像の集合の中から、照合対象となる顔画像と顔特徴点位置と顔の向きとを画像変換手段10に供給する信号のことである。

【0111】データベース画像信号150からは照合対象となる顔画像とその顔画像における顔特徴点位置と顔の向きとが連続的に画像変換手段10に供給される。ここではデータベース画像信号150をデータベース画像を想定して説明したが、複数人分の顔画像と顔特徴点位置と顔の向きとを供給する手段であれば、どのような手段でもよい。

【0112】画像変換手段10は本発明の第1の実施例と同様な方法によって、人の標準的な顔立体形状モデルを用いて、入力画像の被写体からデータベース画像の被写体と同一の向きである画像を生成する(図16ステップS41)。

【0113】画像照合手段11は本発明の第1の実施例と同様な方法によって、画像変換手段10で得られた画像の類似度の計算し、画像変換手段10で得られた顔画像の照合処理が行われる(図16ステップS42)。

【0114】人物検索手段50は画像照合手段11から引き渡された画像の類似度を受取り、すべての照合対象画像における類似度を受取った時点で、最も類似度が高かったデータベース画像を選び出す(図16ステップS43)。人物検索手段50は出力信号から選び出されたデータベース画像の識別番号を検索結果として出力する(図16ステップS44)。

【0115】本実施例において実際の画像を用いて実験

した結果について述べる。使用した画像はデータベース画像が全て正面向きで70名分、入力画像が全て左45度向きで70名分である。

【0116】ここで、入力画像中の人物は全てデータベースに登録されているものとする。また、立体形状モデルにはギリシャ神話上の登場人物であるブルータスの石膏像(図7参照)をレンジファインダで計測したものを使用している。特徴点には図5に示す7点を使用している。

【0117】本発明の第2の実施例に示す手法をすべての入力画像に対して適用し、出力信号から得られた人物が入力画像の被写体と一致する割合について求める。その結果、本手法による正当率は94.3%が得られた。

【0118】本手法で用いた2枚の画像情報から照合を行う方法は、従来の第3の手法のMaurerらによる方法と同じ条件であるが、彼らの論文では同じ画像条件(正面向と45度向きの顔との比較)で照合率が50%であると記載されている。使用する画像が異なるため、単純な比較はできないが、本結果は従来の技術では達成できない結果である。

【0119】図17は本発明の第6の実施例による画像照合装置の構成を示すブロック図である。図17において、本発明の第6の実施例による画像照合装置はデータ処理装置2の代りにデータ処理装置6を設け、記録媒体5を追加した以外は図2に示す本発明の第1の実施例による画像照合装置と同様の構成となっており、同一構成要素には同一符号を付してある。また、同一構成要素の動作は本発明の第1の実施例による画像照合装置と同様である。

【0120】記録媒体5には上述した第1から第5の実施例の処理動作を行うための顔画像照合用プログラムが記録されており、磁気ディスクや半導体メモリ、及びCD-ROM等の記録媒体が使用可能である。

【0121】顔画像照合用プログラムは記録媒体5からデータ処理装置6に読み込まれ、データ処理装置6の動作を制御し、記録装置3に参照画像記憶部60と形状モデル記憶部61とを生成する。データ処理装置6は顔画像照合用プログラムの制御によって、上述したデータ処理装置2による処理と同一の処理を実行する。

【0122】このように、立体形状モデルを顔の部分毎に適用し、立体形状モデルによる個人差の影響を少なくする工夫を行うことによって、従来の手法に比べて高い照合率を得ることができる。

【0123】また、照合に必要なとする画像情報が各人につき最低顔画像1枚であるので、画像を記憶するために必要とする記憶媒体の容量を少なくすることができ、データベースを容易に構築することができる。

【0124】さらに、顔の立体形状モデルを個人毎に持つ代わりに、標準な立体形状モデルを一つないし数個持つことで、立体形状モデルを記憶するための記憶媒体の

容量を少なくすることができる。その際、立体形状データの収集には特別な計測装置が必要であることから、各人の立体形状データを収集する必要がないことはデータベース情報の収集に関しても容易となる。

【0125】さらにまた、照合対象となる顔画像が複数存在する場合に、照合に最適な顔画像を選び出す処理を行うことによって、より最適な照合を行うことができ、立体形状モデルが複数存在する場合に、最適な立体形状モデルを選定する処理を行うことによって、立体形状モデルによる顔画像変換時のゆがみを少なくすることができ、高い照合率を得ることができる。

【0126】一方、画像変換によって得られた顔の部分画像から顔全体の画像を再構成する処理を行うことによって、参照画像では特徴点の位置を記憶することが不要になる。

【0127】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、人の顔の標準的な立体形状を記述した顔立体形状モデルを用いて入力顔画像の被写体と識別対象である参照画像の被写体とが同じ向きになる画像を生成し、生成された顔画像を識別対象画像と比較照合することによって、データベースに登録する画像として各人物について1枚のみしか必要とせず、かつ高い照合性能を得ることができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例による画像照合装置の主要部構成を示すブロック図である。

【図2】本発明の第1の実施例による画像照合装置の構成を示すブロック図である。

【図3】本発明の第1の実施例による画像照合装置の処理動作を示すフローチャートである。

【図4】顔の向きが異なる画像の例を示す図である。

【図5】特徴点の例を示す図である。

【図6】立体形状モデルの例を示す図である。

【図7】顔画像の正規化方法を説明するための図である。

【図8】顔の向きが異なる画像を生成する方法を説明するための図である。

【図9】本発明の第2の実施例による画像照合装置の主要部構成を示すブロック図である。

【図10】本発明の第2の実施例による画像照合装置の処理動作を示すフローチャートである。

【図11】本発明の第3の実施例による画像照合装置の主要部構成を示すブロック図である。

【図12】本発明の第3の実施例による画像照合装置の処理動作を示すフローチャートである。

【図13】本発明の第4の実施例による画像照合装置の主要部構成を示すブロック図である。

【図14】本発明の第4の実施例による画像照合装置の処理動作を示すフローチャートである。

【図15】本発明の第5の実施例による画像照合装置の主要部構成を示すブロック図である。

【図16】本発明の第5の実施例による画像照合装置の処理動作を示すフローチャートである。

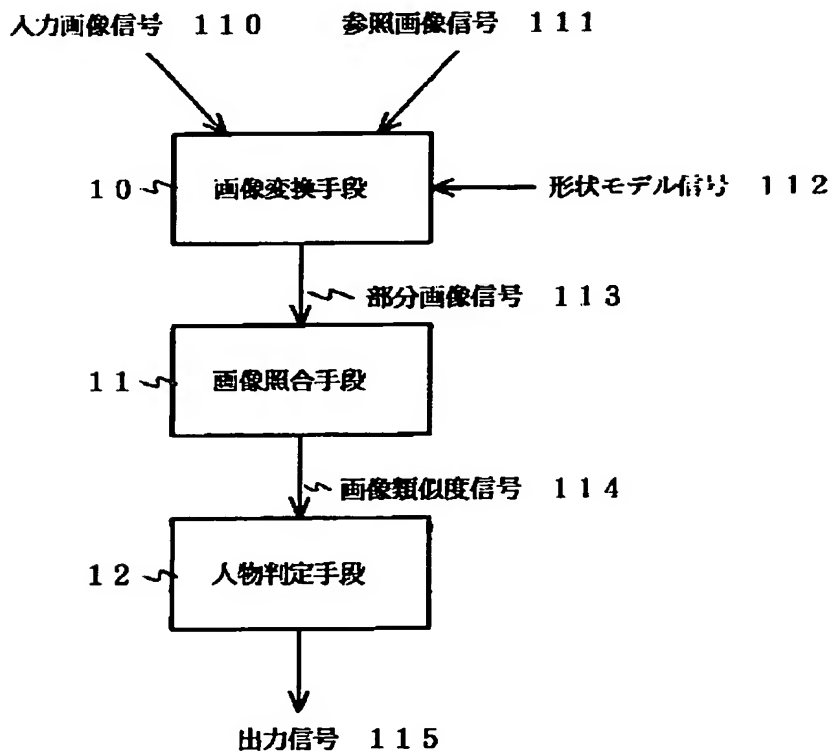
【図17】本発明の第6の実施例による画像照合装置の構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

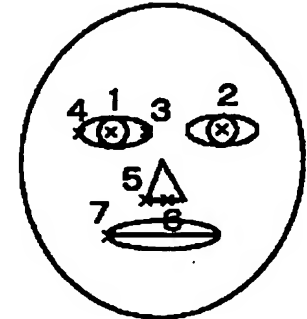
- 1 入力装置
- 2 データ処理装置
- 3 記憶装置
- 4 出力装置
- 5 記録媒体
- 6 データ処理装置
- 10 画像変換手段
- 11 画像照合手段
- 12 人物判定手段
- 20 画像選定手段
- 30 形状選定手段
- 40 入力画像変換手段
- 41 画像再構成手段
- 42 全体画像照合手段

- 50 人物検索手段
- 60 参照画像記憶部
- 61 形状モデル記憶部
- 110 入力画像信号
- 111 参照画像信号
- 112 形状モデル信号
- 113 部分画像信号
- 114 画像類似度信号
- 115 出力信号
- 10 120 入力画像群信号
- 121 参照画像群信号
- 122 画像信号
- 130 形状モデル群信号
- 131 画像・形状信号
- 140 参照画像向き信号
- 141 部分入力画像信号
- 142 全体入力画像信号
- 143 参照画像輝度信号
- 144 全体画像類似度信号
- 20 150 データベース画像信号
- 151 識別信号

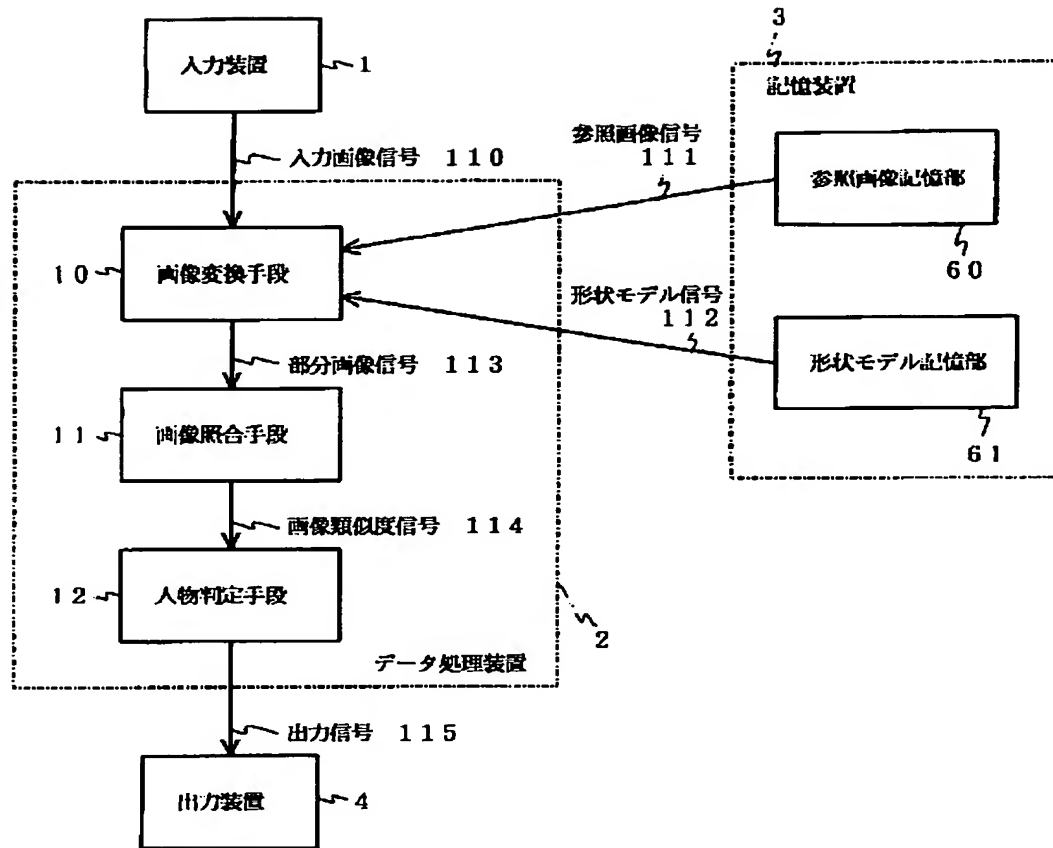
【図1】



【図5】



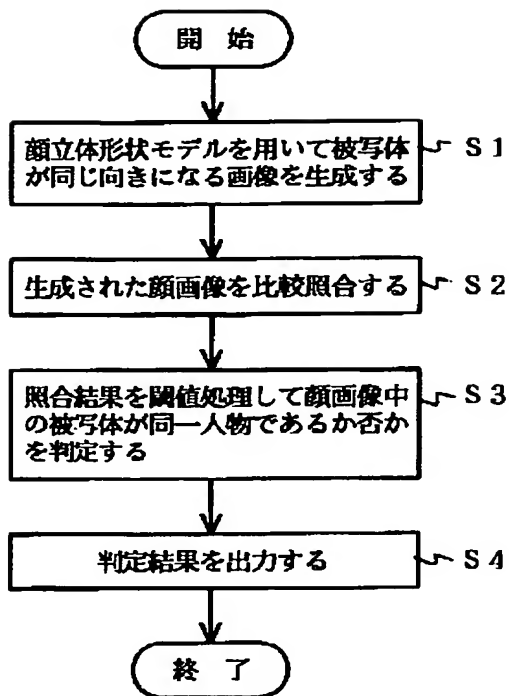
【図 2】



【図 4】



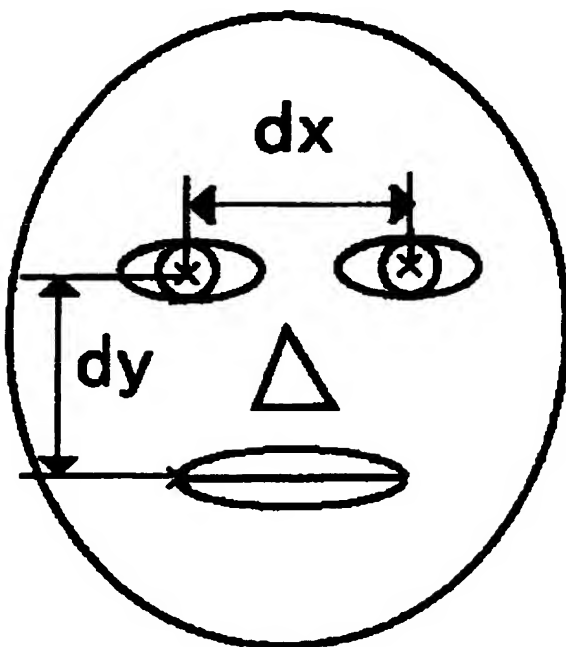
【図 3】



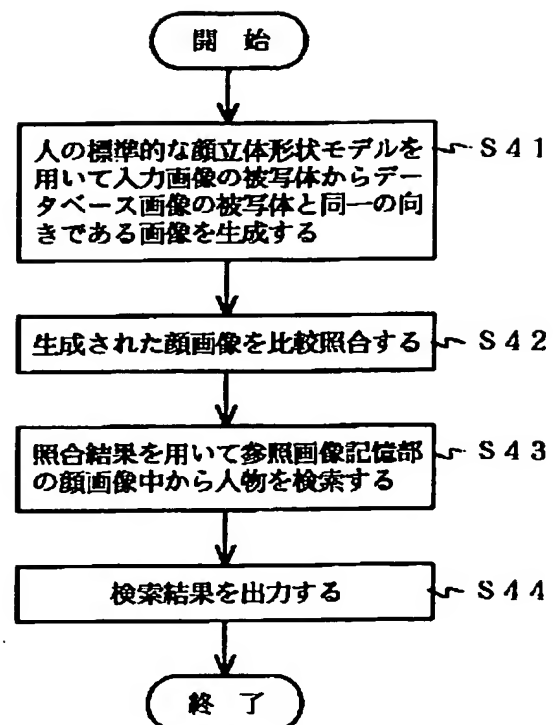
【図 6】



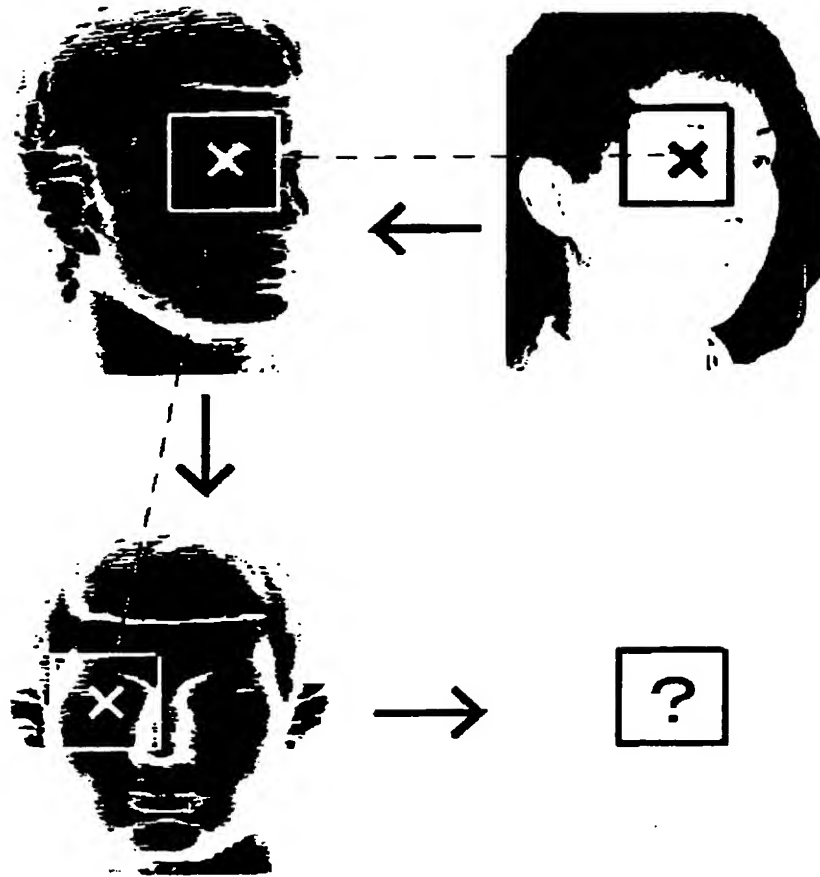
【図 7】



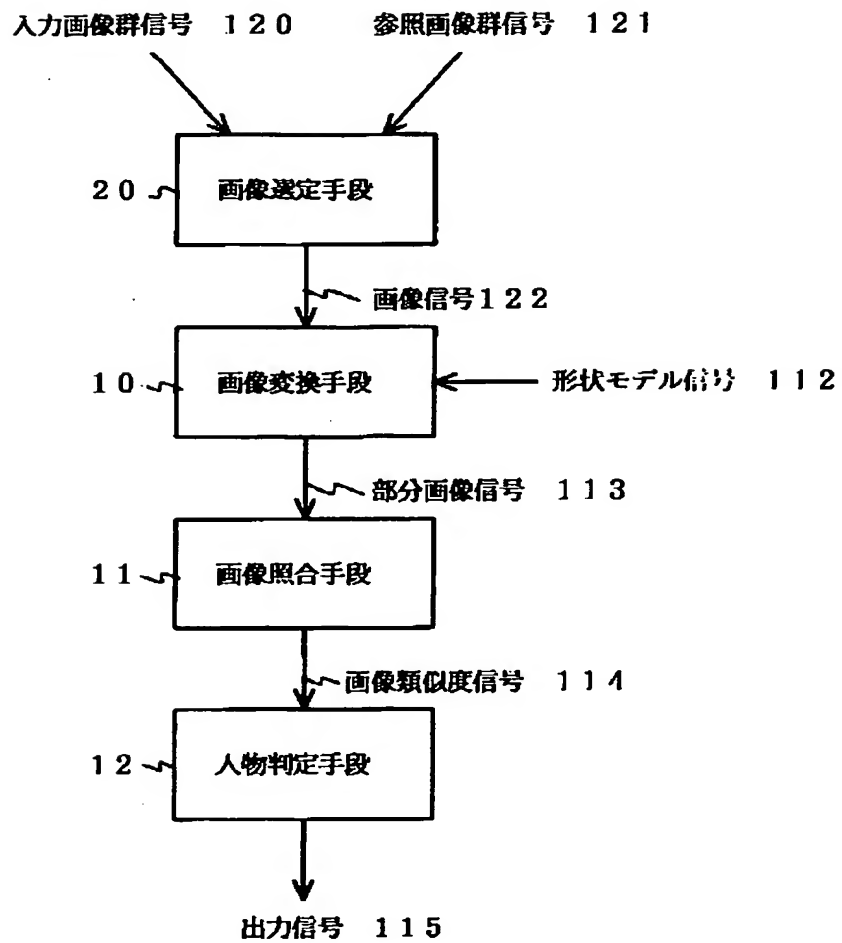
【図 16】



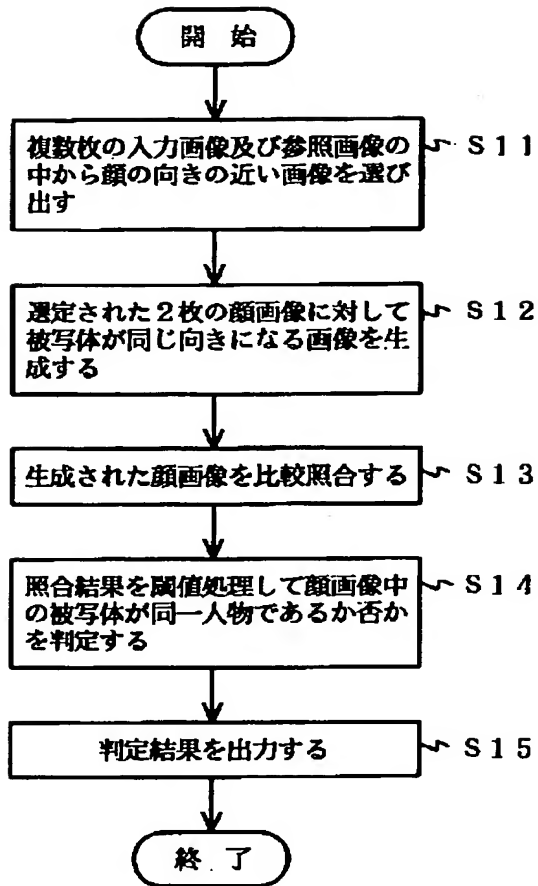
【図 8】



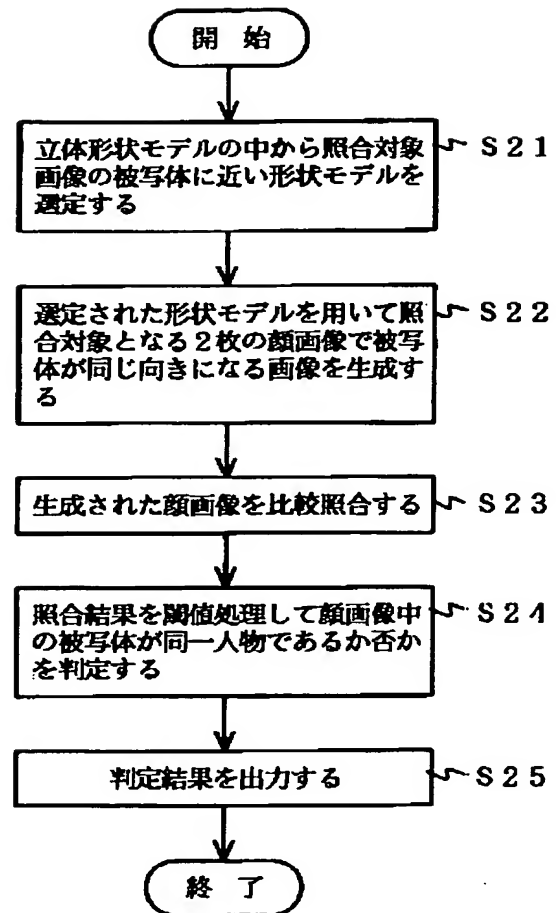
【図9】



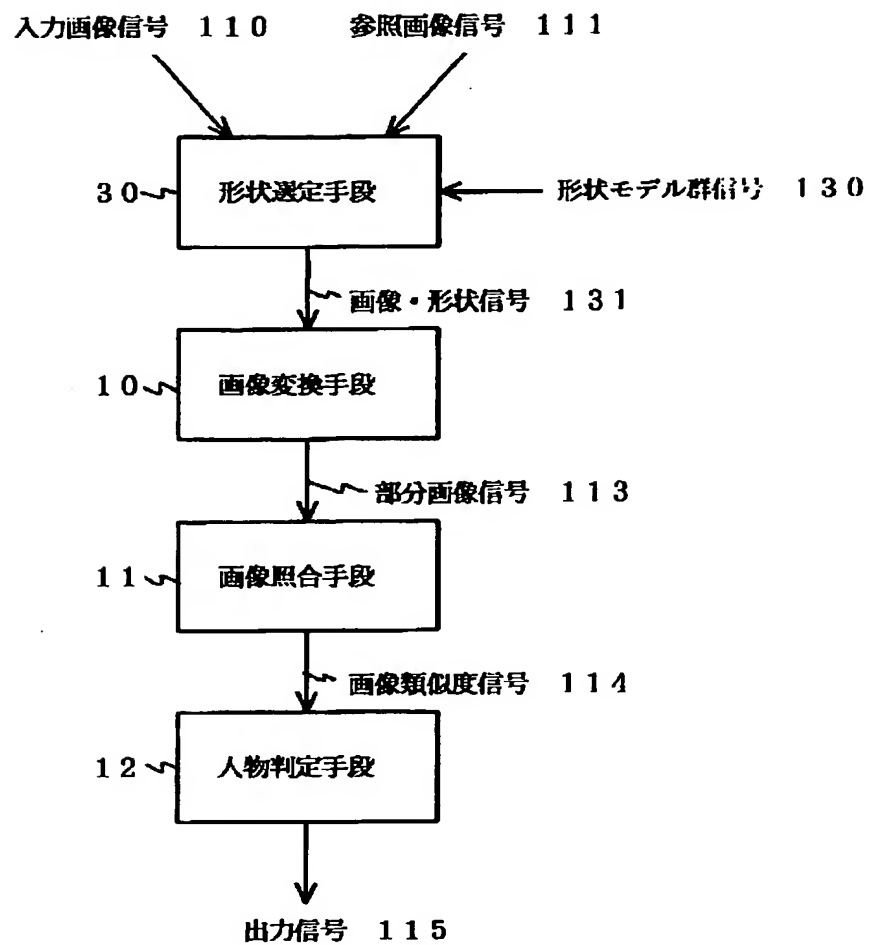
【図10】



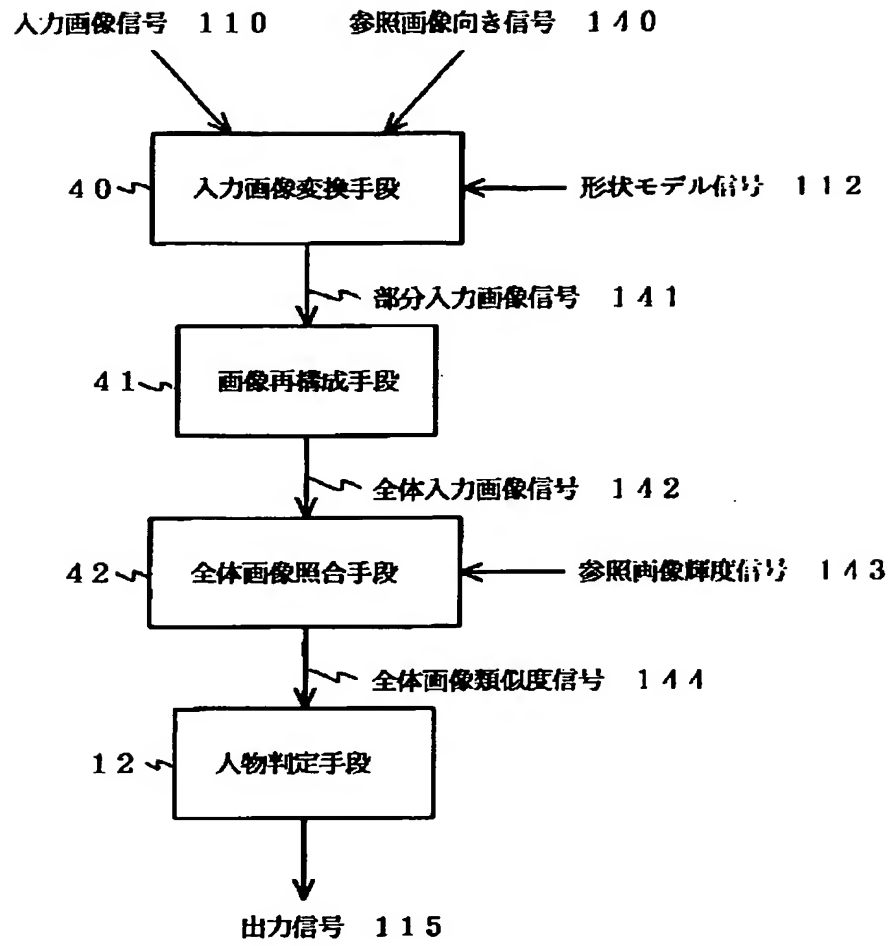
【図12】



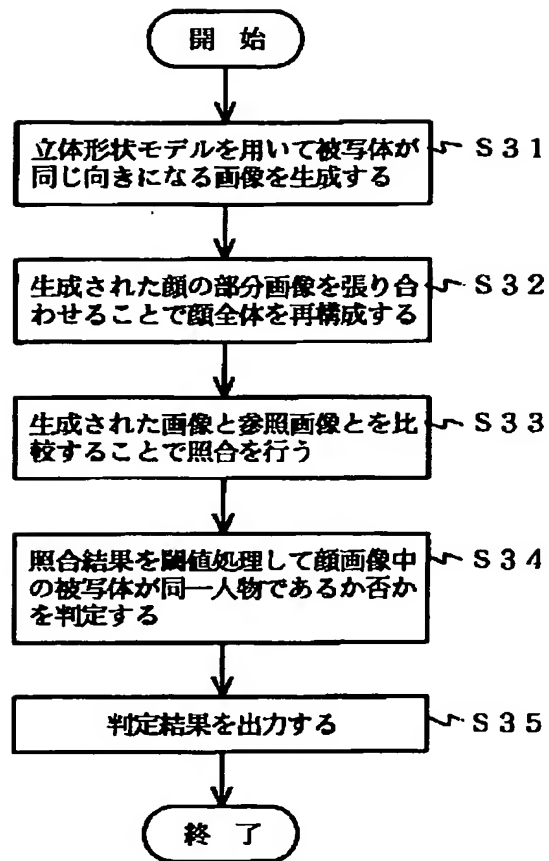
【図 11】



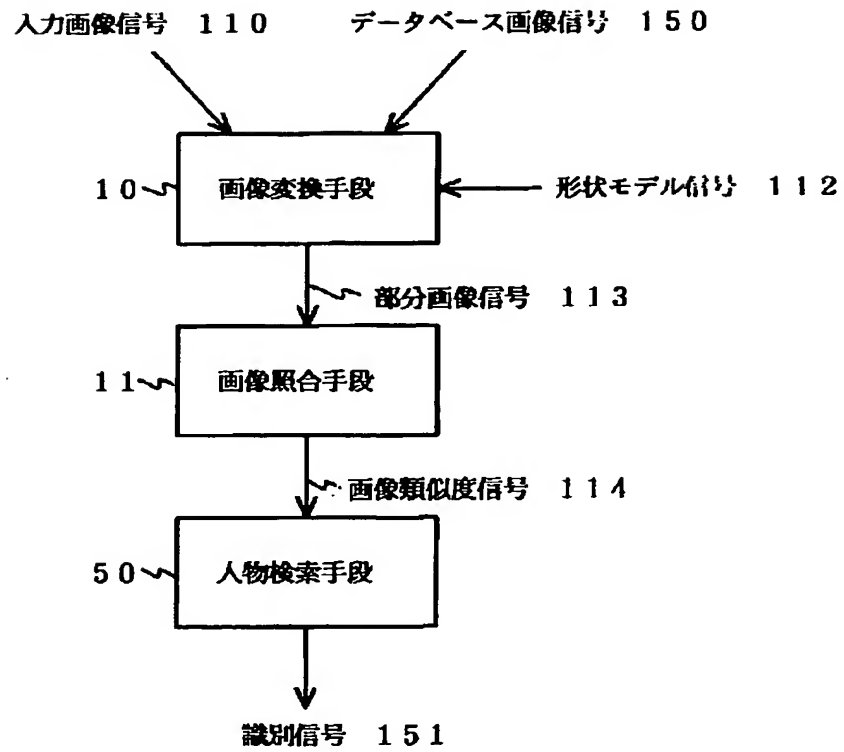
【図 13】



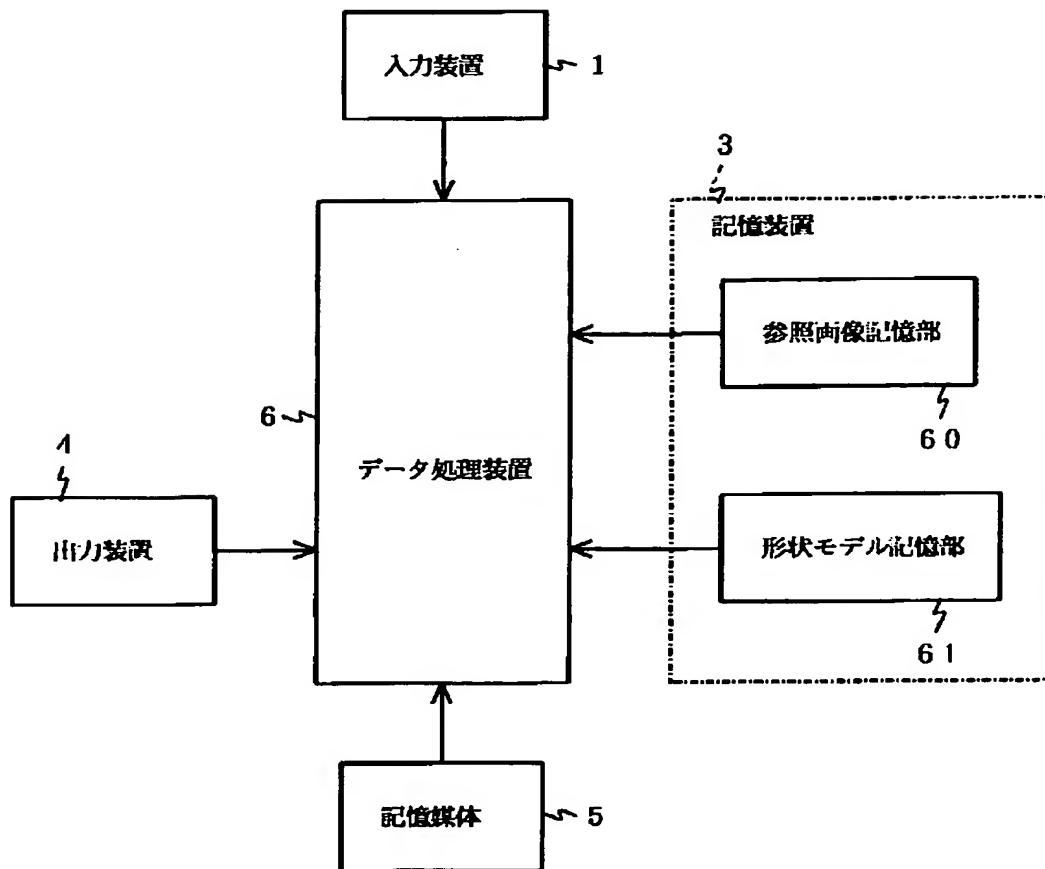
【図 14】



【図 15】



【図 17】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ ~~SKEWED/SLANTED IMAGES~~
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.